



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 197 58 159 C 2

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 15 B 15/14  
F 15 B 3/00

⑳ Aktenzeichen: 197 58 159.5-14  
㉔ Anmeldetag: 30. 12. 97  
㉕ Offenlegungstag: 20. 8. 98  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 12. 99

DE 197 58 159 C 2

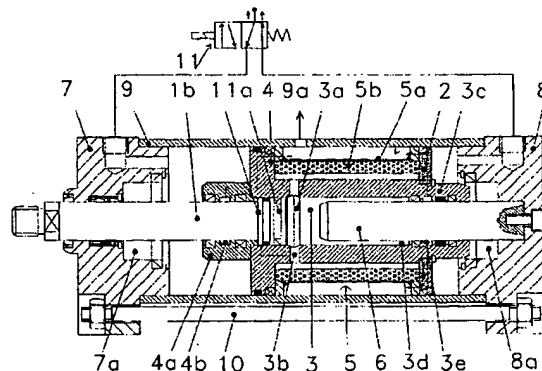
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑥ Innere Priorität:  
197 00 188. 2 04. 01. 97  
  
⑦ Patentinhaber:  
Löcht, Heinrich van de, Dr.-Ing., 76461  
Muggensturm, DE

⑦ Erfinder:  
gleich Patentinhaber  
  
⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
Firmenschrift: Tox-Pressotechnik GmbH,  
Weingarten;  
Firmenschrift: Schmidt Feintechnik GmbH,  
St. Georgen;  
Firmenschrift: Farger & Joosten Maschinenbau  
GmbH,  
Hohentengen;

⑤④ Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer

⑤⑦ Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, wobei ein Hochdruckkolben (1), während eines Eilhubs "vor" und "zurück", durch einen eingepreßten Vorspanndruck in einer Hochdruckkammer (3), an einem Anschlag am mitbewegten Rückhubkolben (4) anliegt und daß die Hochdruckkammer (3) bei Stillstand des Hochdruckkolbens (1) durch ein Hindernis, vom Druckübersetzerkolben (2) bzw. Rückhubkolben (4), weiter angetrieben wird, wobei eine hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher (5) unterbrochen wird, so daß sich über eine Ringfläche (3d) und einer der Stirnfläche eines gestellfesten Plungers (6) bzw. Zylinderflansch (8), der am Hochdruckkolben (1) wirksam werdende Hochdruck aufbauen kann.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer. Derartige Aggregate werden vorzugsweise bei folgenden Anforderungen eingesetzt:

- hochdynamisches Durchfahren einer variablen Wegstrecke bei relativ geringem Bewegungswiderstand (Eilhubphase),
- automatisch einsetzender Kraftaufbau an beliebiger Stelle des Eilhubs bei Auftreten eines im Vergleich zur Eilhubphase relativ großen Bewegungswiderstandes (Krafthubphase).

Derartige Anforderungen liegen beispielsweise bei den unterschiedlichsten Umform-Aufgaben vor. Hierbei wird das Werkzeug zunächst im Eilhub an das Werkstück herangefahren und automatisch beim Aufsetzen auf dem Werkstück um eine weitere Wegstrecke, dem sogenannten Krafthub, mit relativ großer Kraft weiter vorangetrieben.

Der Stand der Technik geht aus den Druckschriften folgender repräsentativer Firmen hervor:

Tox-Pressotechnik GmbH, Weingarten; Schmidt Feintechnik GmbH, St. Georgen und Farger & Joosten Maschinenbau GmbH, Hohenengen.

Die firmenspezifischen Aggregate unterscheiden sich nur durch einige geringfügige Details und bestehen, im wesentlichen, aus 4 in Reihe geschalteten Funktionsbereichen:

- Druckübersetzerkolben mit angekoppelten Plunger,
- Fluidspeicher mit pneumatisch bzw. Feder- vorgespannten Speicherkolben,
- gestellfeste Hochdruckkammer,
- doppelwirkender Arbeitszylinder mit angekoppelten Hochdruckkolben.

Das Einschalten des Eilhubs erfolgt bei allen Aggregaten über ein Pneumatikventil durch Druckbeaufschlagung des doppelwirkenden Arbeitszylinders. Bei Stillstand des Arbeitskolbens, durch einen entsprechend großen Bewegungswiderstand, wird der Übersetzerkolben über ein weiteres druckgesteuertes Pneumatikventil automatisch mit Druck beaufschlagt, wobei der angekoppelte Plunger die hydraulische Verbindung zwischen Fluidspeicher und Hochdruckkammer unterbricht. In der Hochdruckkammer entsteht hierbei eine Übersetzung des Primärdruckes entsprechend dem Durchmesser Verhältnis von Druckübersetzerkolben und Plunger, wodurch Drücke bis maximal 400 bar am Hochdruckkolben wirksam werden können.

Aufgrund der systembedingten großen Teilezahl der vorgestellten marktüblichen Aggregate, ergeben sich folgende signifikante Nachteile:

- relativ hohe Herstellkosten verursacht durch den erheblichen Fertigungs- und Montageaufwand,
- erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit entsprechend der verhältnismäßig großen Anzahl bewegter Teile, Dichtelemente und Fügestellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kompakten Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer zu entwickeln, mit erheblich, reduzierter Teilezahl, weniger Dichtelementen, Fügestellen und bewegten Teilen sowie geringeren pneumotechnischen Schaltungsaufwand.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Die als Rohr ausgebildete Hochdruckkam-

mer axial ist frei beweglich und bildet mit dem pneumatisch angetriebenen Druckübersetzerkolben eine Einheit. Der Druckübersetzerkolben wird von einem Zylinderrohr mit zwei Zylinderdeckeln aufgenommen und kann beidseitig mit Druck beaufschlagt werden. Der Hochdruckkolben ist im Inneren der Hochdruckkammer angeordnet und in bestimmten Grenzen relativ zu dieser frei verschiebbar. Die Kolbenstange des Hochdruckkolbens ist über ein System von Dichtungen und Führungen, sowohl in der Hochdruckkammer bzw. Druckübersetzerkolben als auch im Zylinderdeckel, aus dem Zylinder herausgeführt.

Anders als bei den o. g. konventionellen Aggregaten wird die Funktion des Arbeitskolbens vom Druckübersetzerkolben bzw. Speicherkolben mit übernommen. Während der Eilhubphase wird der Hochdruckkolben über einen eingepprägten Überdruck in der Hochdruckkammer an eine ringförmige Anschlagfläche an dem einen Ende der Hochdruckkammer bzw. des Übersetzerkolbens angepreßt. In dieser Phase gibt es dem zur Folge keine Relativbewegung zwischen beiden Systemen. Das andere Ende der Hochdruckkammer wird durch einen gestellfesten Plunger abgedichtet, wobei dessen Aussendurchmesser je nach gewünschter Druckübersetzung entsprechend kleiner ist als der Innendurchmesser der Hochdruckkammer bzw. der Außendurchmesser des Hochdruckkolbens. Diese Ringfläche entspricht der Querschnittsfläche des Plungers der vorstehend beschriebenen Ausführungen zum Stand der Technik. Bei einem infinitesimal kleinen Durchmesserunterschied wäre theoretisch eine Druckübersetzung in Richtung unendlich denkbar. Um derart hohe Druckbereiche zu erreichen, müßte bei der konventionellen Lösung ein infinitesimal kleiner Plungerdurchmesser gewählt werden, was sich aber aus technischen Gründen nicht verwirklichen läßt.

Die Versorgung mit Hydraulikfluid zum Ausgleich von Leckagen und Volumenänderungen der Hochdruckkammer bei Eilhub vor und zurück, erfolgt über einen hydraulisch angekoppelten Fluidspeicher mit Überdruck. Während dieser Phasen kann das Druckübertragungsmedium über Verbindungskanäle vom Speicher zur Hochdruckkammer bzw. umgekehrt unter Druck abfließen, so daß Kavitation vermieden wird.

Bei der Anordnung des Speichers gibt es folgende prinzipielle Möglichkeiten:

- feste Ankoppelung an Übersetzerkolben bzw. Hochdruckkammer,
- gestellfeste Ankoppelung,
- Kombination beider Möglichkeiten.

Tritt während der Schnellhubphase ein relativ großer Bewegungswiderstand an der Kolbenstange des Hochdruckkolbens auf, dann bleibt dieser relativ zur weiterbewegten Hochdruckkammer zurück, wobei die Verbindung zum Speicher hydraulisch getrennt wird. Dies geschieht durch Überfahren der Verbindungskanäle von Hochdruckkammer und Speicher durch den Hochdruckkolben oder alternativ über ein Hydraulikventil. Der sich in diesem Fall in der Hochdruckkammer aufbauende Hochdruck wird am Hochdruckkolben durch Abstützung an der Stirnseite des vorstehend erwähnten ortsfesten Plungers wirksam.

Durch einfaches Umschalten des Pneumatikventils wird der Übersetzerkolben und damit auch die angekoppelte Hochdruckkammer zurückgefahren, wobei sich der Hochdruckkolben wiederum relativ zur Hochdruckkammer verschiebt und die Verbindungskanäle zum Speicher freigibt, so daß ein Druckabbau auf das Druckniveau des Speichers ermöglicht wird. Der Hochdruckkolben nimmt hierbei seine ursprüngliche Anschlagposition im Druckübersetzerkolben

bzw. Hochdruckkammer wieder ein und fährt mit diesem in die Ausgangslage zurück.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, und mitbewegten Fluidspeicher mit einer Füllung aus einem hochkompressiblen, elastisch verformbaren Material,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer und mitbewegten, federvorgespannten Fluidspeicher,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher und starren Verbindungskanälen zur Hochdruckkammer,

Fig. 4 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines vierten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher und elastischen, gewendelten Verbindungsschlauch zur Hochdruckkammer,

Fig. 5 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines fünften Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer und gestellfesten, elastischen Fluidspeicher,

Fig. 6 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines sechsten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer gestellfesten Fluidspeicher und herausgeführten Druckübersetzerkolben,

Fig. 7 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines siebten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher und hydraulischer Abstützung des Hochdruckes direkt am Zylinderdeckel,

Fig. 8 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines achten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, mitbewegten Fluidspeicher und einer Kompensationseinrichtung zur wegunabhängigen Konstanthaltung der Fluidvolumina in Hochdruckkammer und Fluidspeicher,

Fig. 9 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines neunten Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Druckspeicher und integrierten Steuer-ventil zur hydraulischen Verbindung bzw. Trennung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher.

Fig. 10 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines zehnten Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher, hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher und eine Einrichtung zur Hubverlagerung (Variante 1).

Fig. 11 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines elften Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher, hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher und eine Einrichtung zur Hubverlagerung (Variante 2).

Fig. 12 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines zwölften Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher, hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher und eine Einrichtung zur Hubverlagerung (Variante 3).

Fig. 13 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines dreizehnten Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher, hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher und eine Einrichtung zur Hubverlagerung und wegababhängigen Krafthubumschaltung (Variante 4).

Fig. 14 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten eines vierzehnten Ausführungsbeispiels des Linearantriebes mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, gestellfesten Fluidspeicher, hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer und Fluidspeicher und eine Einrichtung zur Hubverlagerung und wegababhängigen Krafthubumschaltung (Variante 5).

Der Linearantrieb gemäß Fig. 1 besteht aus folgenden signifikanten Bauelementen:

Hochdruckkolben 1 mit Hochdruckdichtung 1a und Kolbenstange 1b, Druckübersetzerkolben 2, Hochdruckkammer 3, Rückhubkolben 4, Fluidspeicher 5, Plunger 6, Zylinderflansche 7 und 8, Zylinderrohr 9, Zugstangen 10 und dem Pneumatikventil 11.

Druckübersetzerkolben 2, Hochdruckkammer 3, Rückhubkolben 4 und Fluidspeicher 5 bilden eine Einheit. Die gesamte Baugruppe wird durch Druckbeaufschlagung des Rückhubkolbens 4 über das Pneumatikventil 11 in der rechten Endlage gehalten.

In beiden Hubendlagen wird die kinetische Energie der bewegten Masse durch Endlagendämpfungen absorbiert, wobei die zylinderförmigen Endbereiche 4a bzw. 3c in die Dämpfungskammern 7a bzw. 8a eintauchen. In den Anwendungsfällen, wo die Startposition des Krafthubes konstant ist und die kinetische Energie der bewegten Massen wirksam absorbiert werden soll, ist es vorteilhaft, die Dämpfungskammer 7a, relativ zum Zylinderflansch 7, axial verstellbar auszubilden.

Die Hochdruckkammer 3 wird auf der linken Seite vom Hochdruckkolben 1 abgedichtet und auf der rechten Seite vom gestellfesten Plunger 6. Unmittelbar am Hochdruckkolben 1 anschließend, befindet sich in der Hochdruckkammer die doppelkegelförmige Nut 3a mit den Verbindungskanälen 3b zum Fluidspeicher 5.

Der Fluidspeicher 5 hat einerseits die Funktion geometrisch bedingte Volumenänderungen des Volumens der Hochdruckkammer zu kompensieren und andererseits auftretende Leckagen auszugleichen. Um die bewegte Masse möglichst klein zu halten, ist der Speichermantel 5a als zylindrisches, dünnwandiges Rohr ausgebildet. Zur Gewährleistung eines quasistatischen Vorspanndruckes ist der Speichermantel mit einem hochkompressiblen elastischen Werkstoff 5b, z. B. Chloropren-Kautschuk mit Stickstoff gefüllten Poren, ausgefüllt. Der gewünschte Vorspanndruck läßt sich durch eine entsprechend dimensionierte Fluidfüllung von Hochdruckkammer 3 und Fluidspeicher 5 erzielen.

Infolge des eingepprägten Überdruckes wird der Hochdruckkolben 1 an die ringförmige Anschlagfläche im Rückhubkolben 4 angedrückt und wird bei Druckbeaufschlagung des Druckübersetzerkolbens 2 in Richtung "vor" oder bei Druckbeaufschlagung des Rückhubkolbens 4 in Richtung "zurück" mitbewegt. Der Leerraum zwischen Speichermantel 5a, Zylinderrohr 9 und Druckübersetzerkolben 2 sowie Rückhubkolben 4, läßt sich vorteilhaft zur Entlüftung der Luft-Fluid-Trennungen 3e und 4b im Druckübersetzerkol-

ben 2 bzw. Rückhubkolben 4 nutzen. Die Entlüftung des Leerraumes erfolgt über die Durchgangsbohrung 9a im Zylinderrohr 9.

Wird die Kolbenstange 1b des Hochdruckkolbens 1 an beliebiger Stelle des Eilhubes "vor" durch einen relativ großen Bewegungswiderstand am weiteren Verfahren gehindert, kommt es zu einer Relativverschiebung zur Hochdruckkammer 3. Hierbei wird die hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher 5, beim Überfahren der Verbindungskanäle 3b der Hochdruckkammer 3 durch die Hochdruckdichtung 1a des Hochdruckkolbens 1, unterbrochen und es kommt zu einer Druckerhöhung in der Hochdruckkammer 3. Die Druckübersetzung des Primärdruckes ist abhängig von der Ringfläche 3d entsprechend der Durchmesserdivergenz von Hochdruckkolben 1 und Plunger 6, sowie der Durchmesserdivergenz von Druckübersetzerkolben 2 und Plunger 6.

Der Eilhub "zurück" wird durch Umschalten des Pneumatikventils 11 eingeleitet, wobei der Rückhubkolben 4 mit Druck beaufschlagt wird und der Hochdruckkolben 1 die Verbindungskanäle 3b zum Fluidspeicher 5 wieder freigibt. Die gesamte bewegliche Baugruppe verfährt dabei in die rechte Endlage.

Das in Fig. 2 gezeigte zweite Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, wobei jedoch folgende Änderungen vorgenommen worden sind;

- Ersatz des starren Speichermantels 5a und der kompressiblen Füllung 5b durch den in axialer Richtung elastisch deformierbaren Metallwellschlauch 5c,
- axial bewegliche Anordnung des Druckübersetzerkolbens 2 relativ zur Hochdruckkammer 3 und Vorspannung über die Druckfeder 2c.

Durch die Druckbeaufschlagung des Druckübersetzerkolbens 2, während des Eilhubes "vor", wird die Vorspannung des hydraulischen Druckübertragungsmediums wirksam unterstützt.

Das in Fig. 3 gezeigte dritte Ausführungsbeispiel entspricht ebenfalls in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, wobei jedoch anstelle des mitbewegten Fluidspeichers ein gestellfester Fluidspeicher 5, ausgebildet als Blasenspeicher, vorgesehen ist. Der Rückhubkolben 4 übernimmt im vorliegenden Fall zusätzlich die Funktion des Druckübersetzerkolbens 2 gemäß Fig. 1. Die hydraulische Verbindung zum Hochdruckkolben 1 erfolgt über Verbindungskanäle 3f in der Wandung der Hochdruckkammer 3. Anstelle der relativ aufwendigen Endlagendämpfung 3c gemäß Fig. 1 ist bei der vorliegenden Ausführung die elastische Dämpfungsscheibe 4c vorgesehen.

Die Entlüftung der Luft-Fluid-Trennung 4b erfolgt über den gewendelten Schlauch 4d zum Zylinderflansch 7.

Das in Fig. 4 gezeigte vierte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, wobei jedoch die hydraulische Verbindung zwischen dem gestellfesten Fluidspeicher 5 und der Hochdruckkammer 3 durch den gewendelten Druckschlauch 4e hergestellt wird. Die Entlüftung der Luft-Fluid-Trennungen 4b und 3e erfolgt über den gleichfalls gewendelten Schlauch 4d.

Das in Fig. 5 gezeigte fünfte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, wobei jedoch anstelle des als Blasenspeicher ausgebildeten Fluidspeichers 5 der reifenförmige Gummikompensator 5d vorgesehen ist. Diese Bauweise hat folgende Vorteile:

- relativ großes Speichervolumen,
- kompakte Bauweise,
- einfache Überwachung des minimalen Speichervolumens möglich.

Auch bei dieser Ausführungsform wird der Vorspanndruck in Fluidspeicher 5 und Hochdruckkammer 3, analog wie beim Fluidspeicher 5 gemäß Fig. 1, durch elastische Aufweitung des Gummikompensators 5d, über eine entsprechende Fluidfüllung eingestellt.

Das in Fig. 6 gezeigte sechste Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4, wobei jedoch am Rückhubkolben 4 das Verbindungsrohr 4f fest angekoppelt ist. Das Verbindungsrohr 4f ist aus dem Zylinderflansch 7 herausgeführt und stellt damit eine Schnittstelle zum Rückhubkolben 4 dar. An dieser Schnittstelle läßt sich beispielsweise im Falle einer Stanzanwendung, der gefederte Niederhalter des Stanzwerkzeuges ankoppeln. Weiterhin wird durch das Verbindungsrohr 4f, die ansonsten erforderliche Luft-Fluid-Trennung 4b, an der Kolbenstange des Hochdruckkolbens 1 eingespart.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel übernimmt der Rückhubkolben 4 zusätzlich die Funktion des Druckübersetzerkolbens 2 gemäß Fig. 1.

Das in Fig. 7 gezeigte siebte Ausführungsbeispiel entspricht im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, wobei jedoch der gestellfeste Plunger 6 durch eine besondere Ausbildung der Druckübersetzerkammer 3 eliminiert worden ist. Die Druckübersetzerkammer 3 ist im vorliegenden Fall durch das rohrförmige Ansatzteil 3g verlängert worden. Die Druckübersetzung ergibt sich aus der Durchmesserdivergenz von Hochdruckkolben 1 und Außendurchmesser des rohrförmigen Ansatzteiles 3g. Die Abstützung des Hochdruckes erfolgt direkt am rechten Zylinderflansch 8.

Die vorliegende Bauweise hat insbesondere den Vorteil, daß bei einer Baureihe mit konstantem Krafthub aber unterschiedlichen Hublängen, die Hochdruckkammer 3 nur mit entsprechend variierten, rohrförmigen Ansatzteilen 3g kombiniert werden muß.

Das in Fig. 8 gezeigte achte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2, wobei alternativ zum Metallwellschlauch 5c der Gummikompensator 5e eingesetzt worden ist. Die geometrisch bedingten Volumenänderungen in der Hochdruckkammer 3 werden gemäß Fig. 8 durch den am Zylinderflansch 7 fest angekoppelten rohrförmigen Kompensationskolben 7b ausgeglichen, so daß der Fluidspeicher 5 ausschließlich Leckageverluste auszugleichen hat und von seiner Speicherkapazität her entsprechend kleiner dimensioniert werden kann.

Das in Fig. 9 gezeigte neunte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, wobei jedoch die doppelkegelförmige Nut 3a in der Hochdruckkammer einschließlich der zugehörigen Verbindungskanäle 3b zum Fluidspeicher 5 entfallen. Die Steuerung des Zusammenwirkens von einerseits Hochdruckkolben 1 und Rückhubkolben 4 und andererseits Hochdruckkammer 3 und Fluidspeicher 5, ist im vorliegenden Fall durch eine Ventilkombination realisiert worden. Das zum Pneumatikventil 11 elektrisch parallel geschaltete Steuerventil 12 liegt hierbei im Bypass zum Rückschlagventil 12a, so daß bei Eilhub "Vor" das Druckmedium vom Fluidspeicher 5 über das Rückschlagventil 12a in Richtung Hochdruckkammer 3 fließen kann; beim anschließenden Krafthub die hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher 5 über das Rückschlagventil 12a unterbrochen wird und danach beim Eilhub "Zurück" das Druckmedium über das

Steuerventil 12a in den Fluidspeicher 5 zurückfließen kann. Alternativ zum elektrisch betätigten Steuerventil 12 ist auch ein pneumatisch betätigtes Steuerventil denkbar.

Das in Fig. 10 gezeigte zehnte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Punkten den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 3–Fig. 7, wobei jedoch folgende signifikante Unterschiede bestehen:

- Hydraulische Verbindung zwischen Hochdruckkammer 3 und gestellfesten Fluidspeicher 5 durch eine ko-axiale Bohrung im Plunger 6.
- Hubverlagerung des Linearantriebes durch axiales Verschieben des Plungers 6 und Fixieren über die Klemmverbindung 8b am Zylinderflansch 8.
- Pneumatische Vorspannung des Fluidspeichers 5 durch Parallelschaltung zum Pneumatikanschluß am Zylinderflansch 8.

Die Trennung von Niederdruck und Hochdruck erfolgt über den rohrförmigen Ansatz 1b des Hochdruckkolbens 1 und die Dichtungen 1a und 6a. Während der Eilhubphase gelangt das Druckmedium über radiale Bohrungen im Hochdruckkolben 1, auf beiden Seiten der Hochdruckdichtung 1a, in die Hochdruckkammer 3. Während der Krafthubphase bleibt der Hochdruckkolben 1 gegenüber der sich weiter verschiebenden Hochdruckkammer 3 zurück, wobei die hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher 5 unterbrochen wird und sich der Hochdruck ausbildet.

Das in Fig. 11 gezeigte elfte Ausführungsbeispiel ist eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 10. Die Funktion des rohrförmigen Ansatzes 1b des Hochdruckkolbens 1 übernimmt bei dieser Variante der rohrförmige Ansatz 6b am Plunger 6.

Das in Fig. 12 gezeigte zwölfte Ausführungsbeispiel ist eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 11. Der rohrförmige Ansatz 6b des Plungers 6 übernimmt in diesem Fall, auf Grund seiner geometrischen Form, eine Ventilfunktion zwischen Hochdruckkammer 3 und Fluidspeicher 5. Die Krafthubphase wird entsprechend der aktuellen Einstellposition des Plungers weggelöst. Diese Variante ist insbesondere für hochdynamische Anwendungen mit reproduzierbarer, weggelöster Generierung des Krafthubes interessant.

Das in Fig. 13 gezeigte dreizehnte Ausführungsbeispiel ist eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 12. Die Ventilfunktion des rohrförmigen Ansatzes 6b am Plunger 6 übernimmt in diesem Fall der analog ausgebildete Ansatz 1b am Hochdruckkolben 1.

Das in Fig. 14 gezeigte vierzehnte Ausführungsbeispiel ist eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 12 bzw. Fig. 13. Die Ventilfunktion zwischen Hochdruckkammer 3 und Fluidspeicher 5 wird hierbei im wesentlichen durch radiale Verbindungskanäle 6c im Plunger 6 realisiert. Auch bei dieser Variante wird der Krafthub entsprechend der Einstellposition des Plungers weggelöst.

#### Patentansprüche

1. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer, wobei ein Hochdruckkolben (1), während eines Eilhubes "vor" und "zurück", durch einen eingepprägten Vorspanndruck in einer Hochdruckkammer (3), an einem Anschlag am mitbewegten Rückhubkolben (4) anliegt und daß die Hochdruckkammer (3) bei Stillstand des Hochdruckkolbens (1) durch ein Hindernis, vom Druckübersetzerkolben (2) bzw. Rückhubkolben (4), weiter angetrieben wird, wobei eine hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher

(5) unterbrochen wird, so daß sich über eine Ringfläche (3d) und einer der Stirnfläche eines gestellfesten Plungers (6) bzw. Zylinderflansch (8), der am Hochdruckkolben (1) wirksam werdende Hochdruck aufbauen kann.

2. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Verbindung zum Fluidspeicher (5), durch den Hochdruckkolben (1) beim Überfahren der Verbindungskanäle (3b) erfolgt, oder durch das elektrisch bzw. pneumatisch betätigte Steuerventil (12).

3. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich geometrisch bedingter Volumenänderungen und Leckagen der Hochdruckkammer (3), ein Fluidspeicher (5) vorgesehen ist, der an der Hochdruckkammer (3) angekoppelt ist und mitbewegt wird.

4. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidspeicher (5) gestellfest angeordnet ist und über den gewendelten Druckschlauch (4e) oder Verbindungskanäle (3f) hydraulisch mit der Hochdruckkammer (3) verbunden ist.

5. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der mitbewegte Fluidspeicher (5) mit einem kompressiblen, elastischen Material ausgefüllt ist.

6. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der mitbewegte Fluidspeicher (5) aus einem federvorgespannten Metallwellschlauch (5c) oder einem Gummikompensator (5e) besteht.

7. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der gestellfeste Fluidspeicher (5) als Blasenspeicher, Gummikompensator (5d) oder federvorgespannten Metallwellschlauch (5c) ausgebildet ist.

8. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Eilhub "vor" bzw. Eilhub "zurück" über ein Pneumatikventil (11) ausgelöst wird und sich der Krafthub lastabhängig, ohne Umschaltung eines Pneumatikventils, automatisch einschaltet.

9. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Entlüftung der Luft-Fluid-Trennungen (4b) und (3e) ein gewendelter Schlauch (4d) eingesetzt wird.

10. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß am Rückhubkolben (4) das Verbindungsrohr (4f) fest angekoppelt ist und aus dem Zylinderflansch (7) herausgeführt ist und somit neben der Kolbenstange (1b) des Hochdruckkolbens (1) eine weitere Ankoppelungsschnittstelle darstellt.

11. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungskammer (7a) bzw. (8a) relativ zum Zylinderflansch (7) bzw. (8) axial verschoben und fixiert werden kann, so daß abgestimmt auf die aktuelle Hubendlage des Hochdruckkolbens (1), die kinetische Energie der bewegten Masse wirksam absorbiert werden kann.

12. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen

schen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß am Zylinderflansch (7) ein rohrförmiger Kompensationskolben (7b) angebracht ist, der in die verlängerte Hochdruckkammer (3) eintaucht und bei deren Bewegung geometrisch bedingte Volumenänderungen ausgleicht. 5

13. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1, 2, 4, 7, 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Verbindung von Hochdruckkammer (3) und Fluidspeicher (5), durch das zum Pneumatikventil (11) parallel geschaltete elektrisch bzw. pneumatisch betätigte Steuerventil (12) sowie das Rückschlagventil (12a), hergestellt bzw. unterbrochen wird. 10

14. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochdruckkolben (1) fest mit dem Zylinderflansch (7) verbunden ist und der Plunger (6) in axialer Richtung im Zylinderflansch (8) beweglich geführt ist, so daß der am Druckübersetzerkolben (2) bzw. Rückhubkolben (4) wirksam werdende Primärdruck, entsprechend der Durchmesserdiffferenz von Hochdruckkolben (1) und Plunger (6) hochtransformiert wird und am Plunger (6) wirksam wird. 15 20

15. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur wegababhängigen Auslösung des Krafthubes bzw. bei Veränderung der Hublage, der Plunger (6) im Zylinderflansch (8) axial verstellbar aufgenommen ist. 25 30

16. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 oder 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Verbindung zwischen Hochdruckkammer (3) und Fluidspeicher (5), durch einen Verbindungskanal im Plunger (6) realisiert ist. 35

17. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidspeicher (5) mit dem Plunger (6) eine Einheit bildet. 40

18. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Verbindung zwischen der Hochdruckkammer (3) und dem Fluidspeicher (5) über einen rohrförmigen Ansatz (1b) oder (6b) am Hochdruckkolben (1) bzw. Plunger (6), hergestellt wird. 45

19. Linearantrieb mit integrierten pneumohydraulischen Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion des Plungers (6) durch das rohrförmige Ansatzteil (3g) übernommen wird und sich der Hochdruck direkt am Zylinderflansch (8) abstützt. 50

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

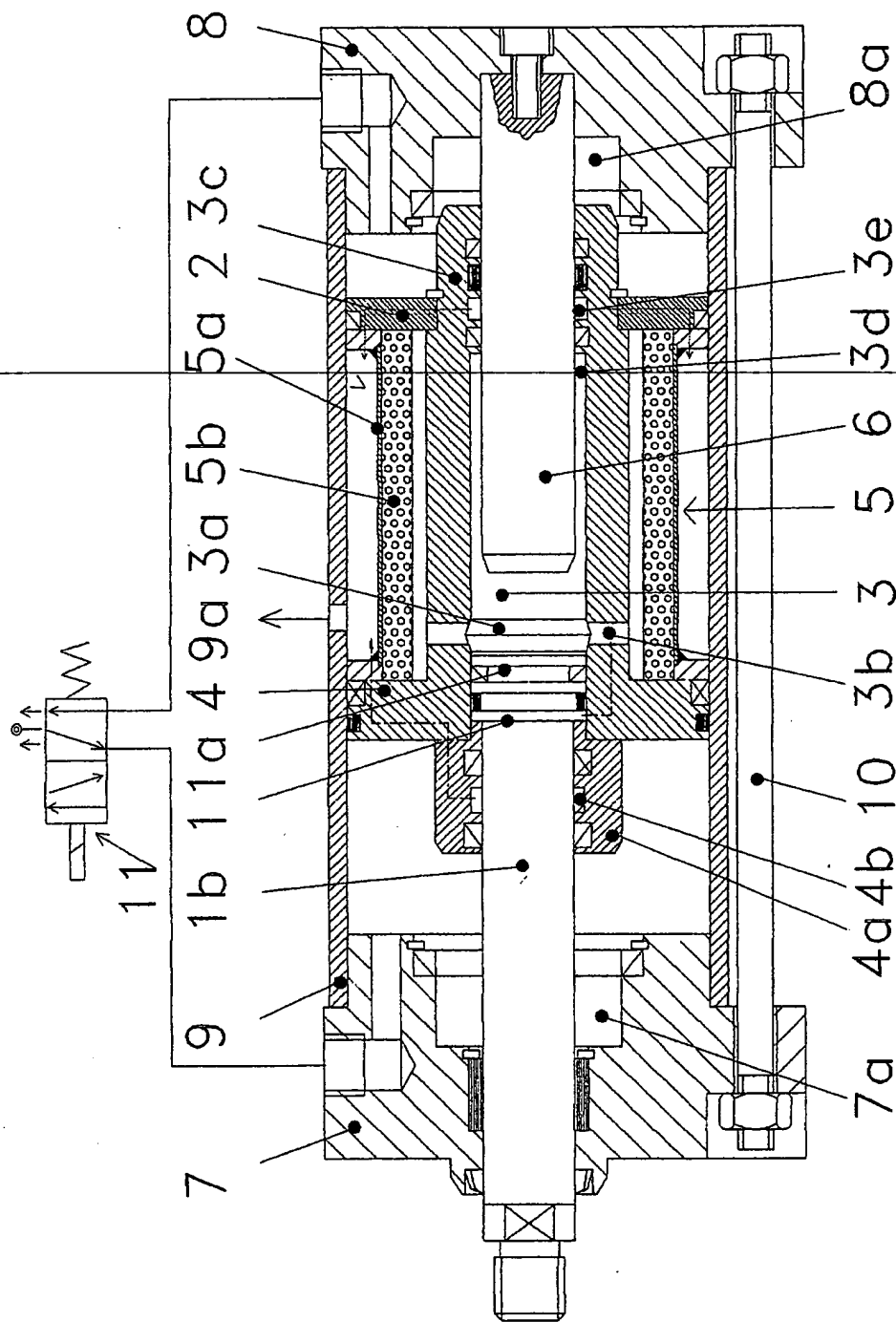


Fig. 1

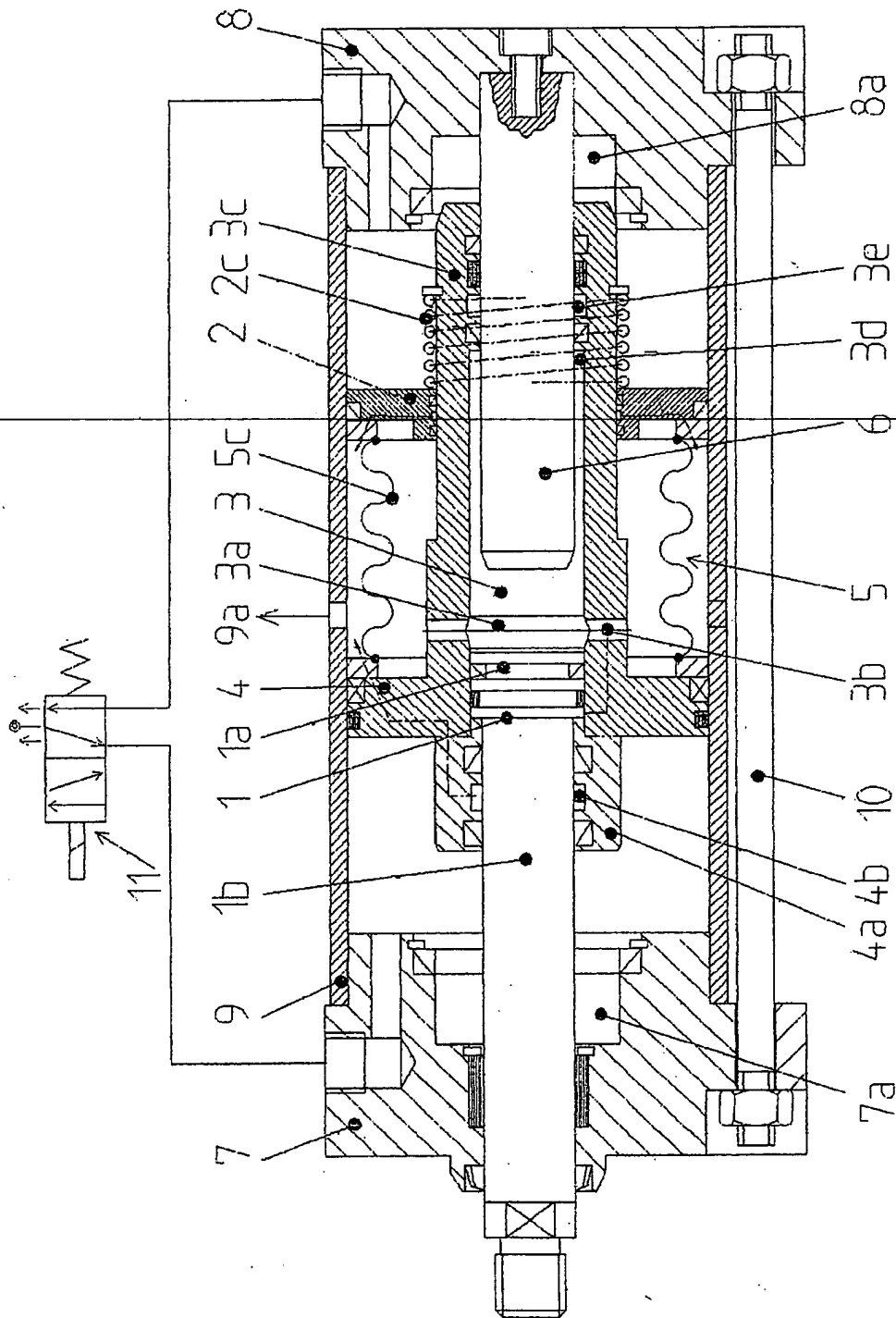


Fig. 2



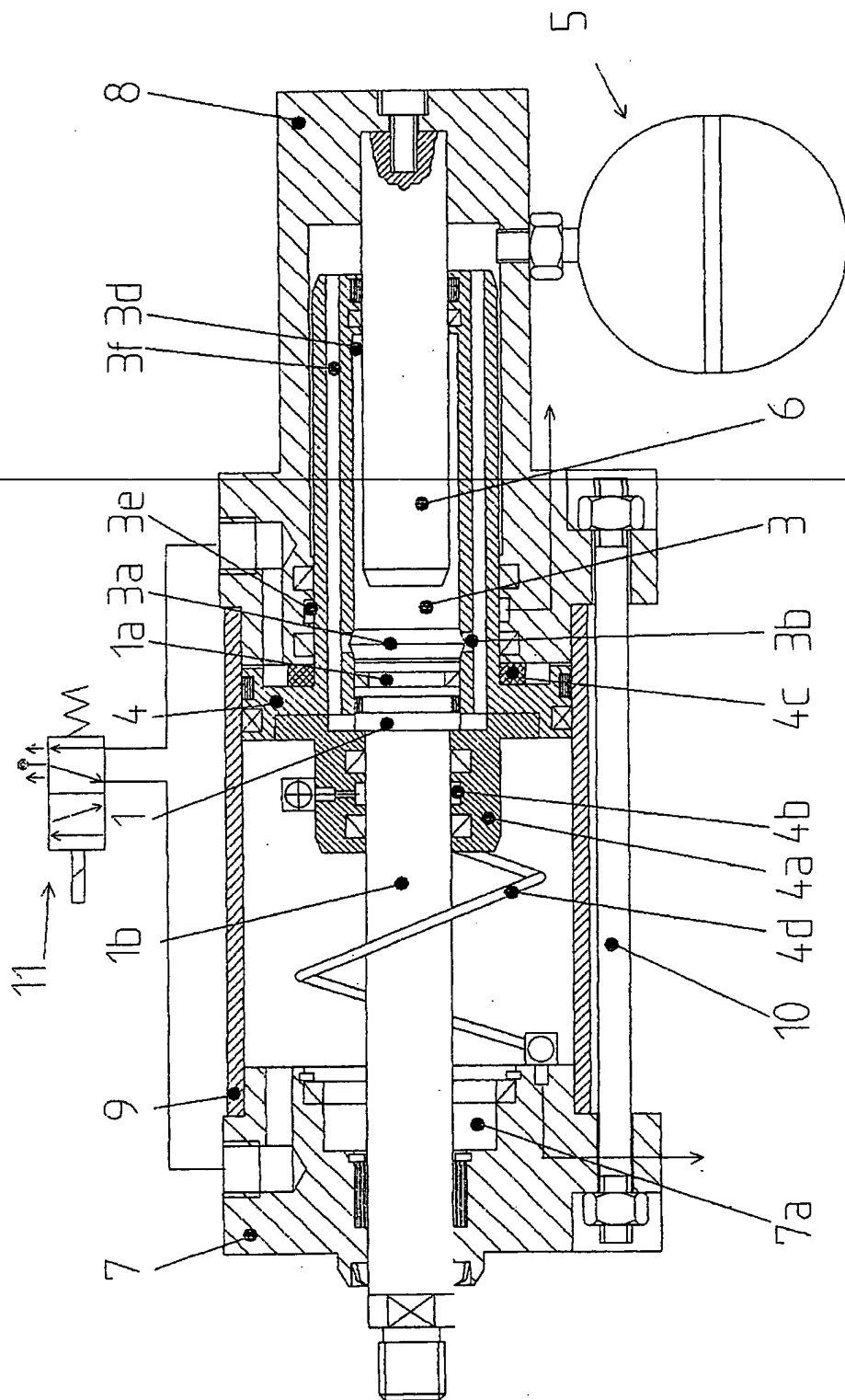


Fig. 3

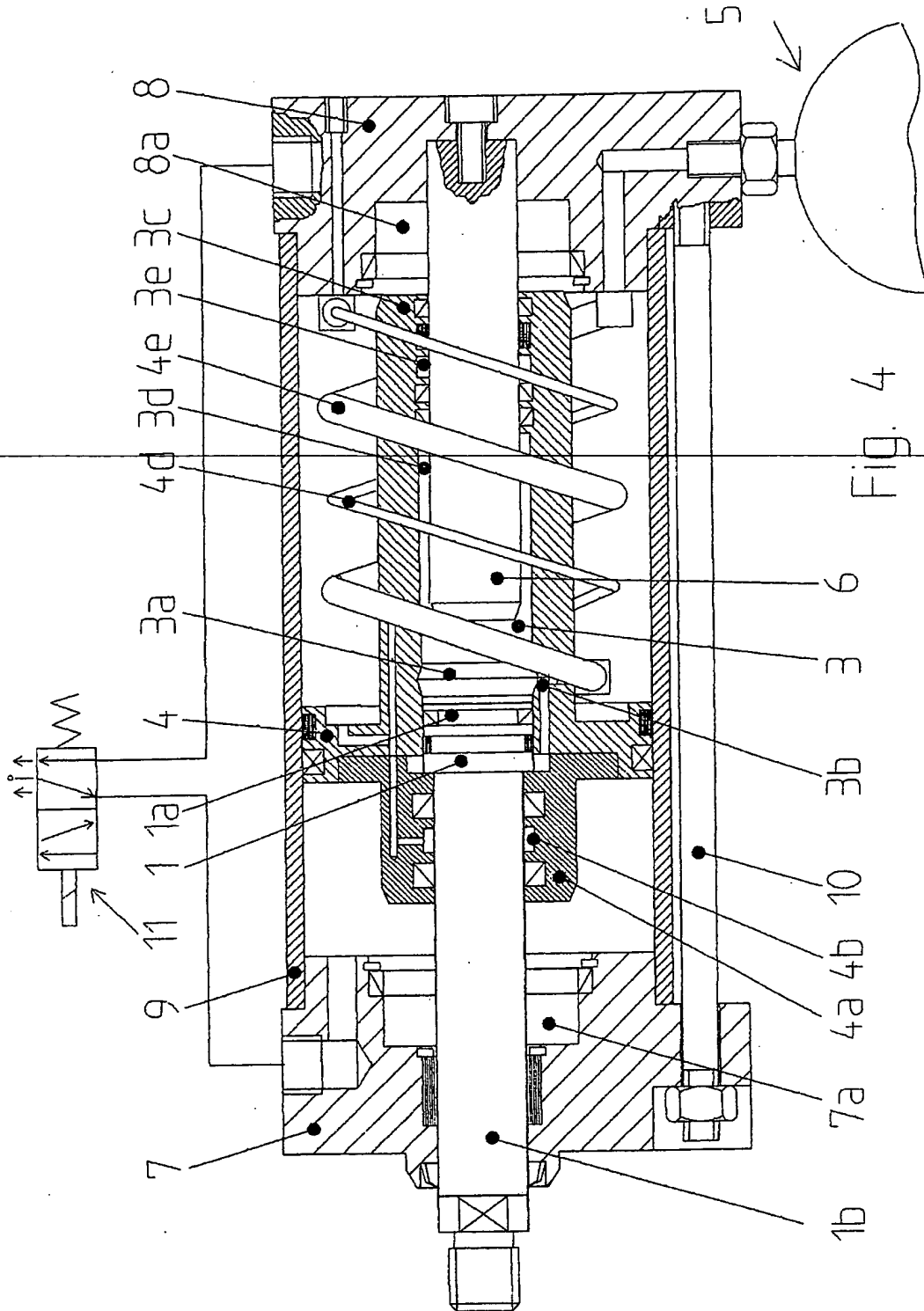


Fig. 4

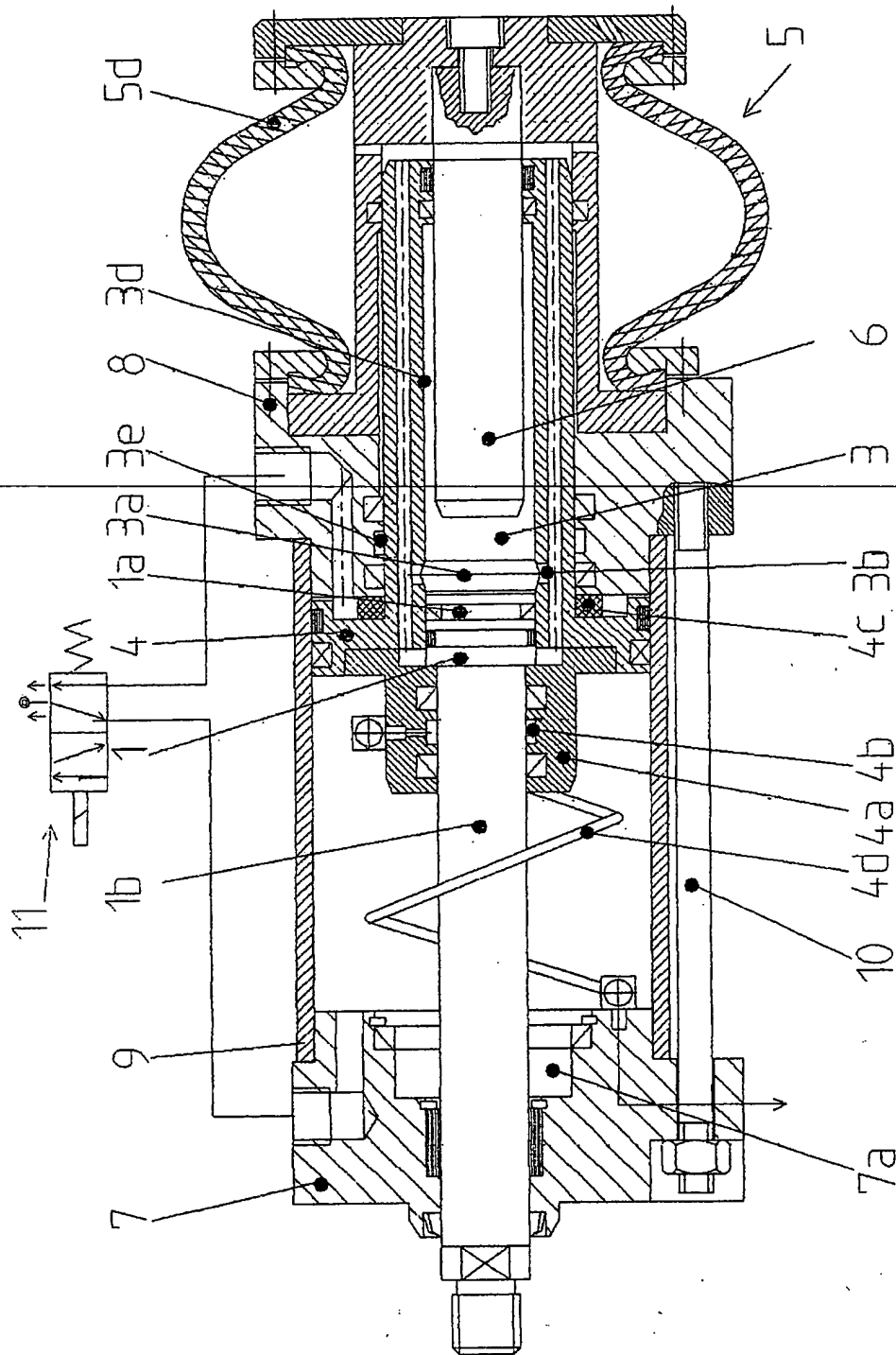
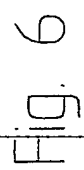


Fig. 5



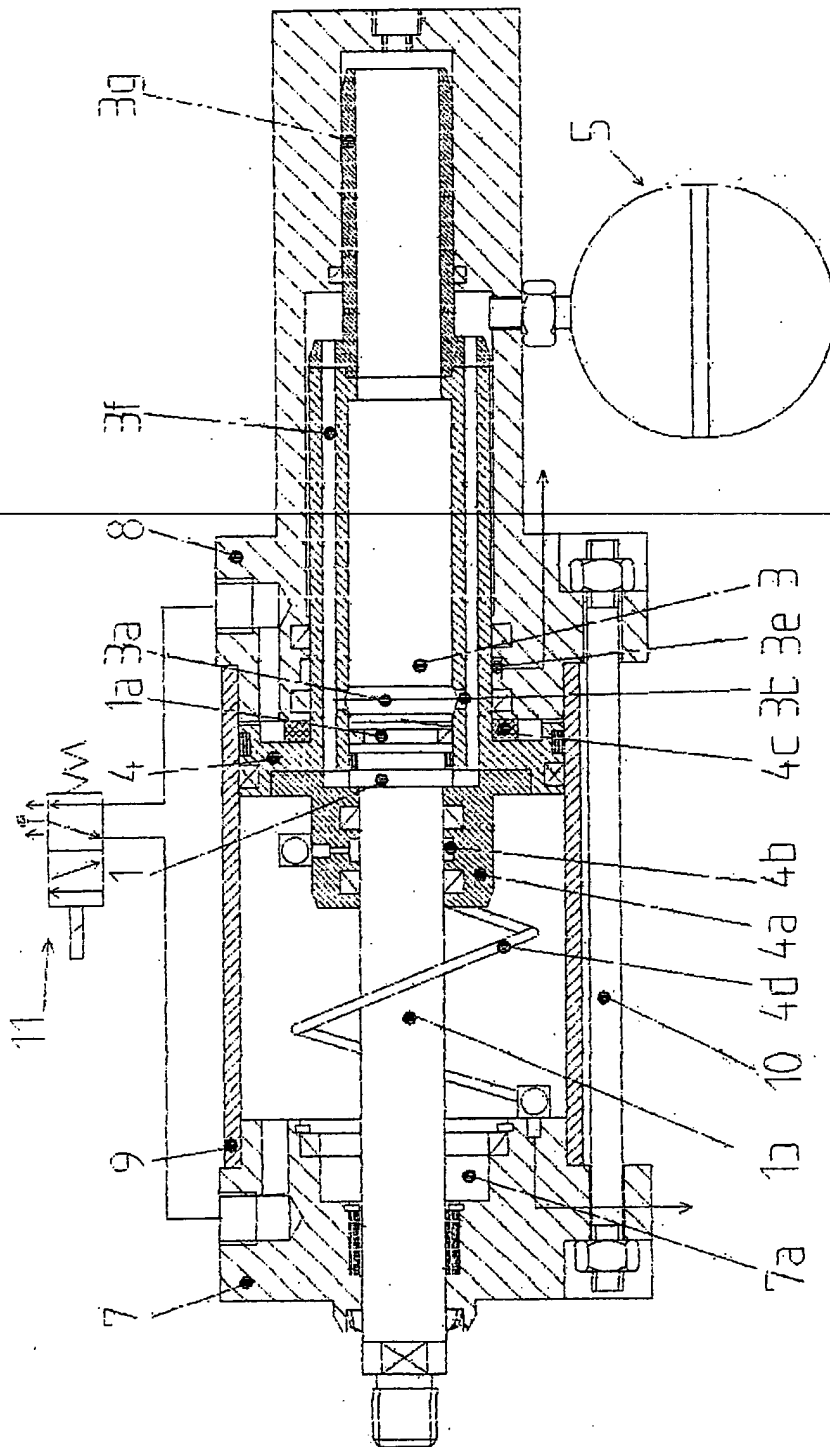


Fig. 7

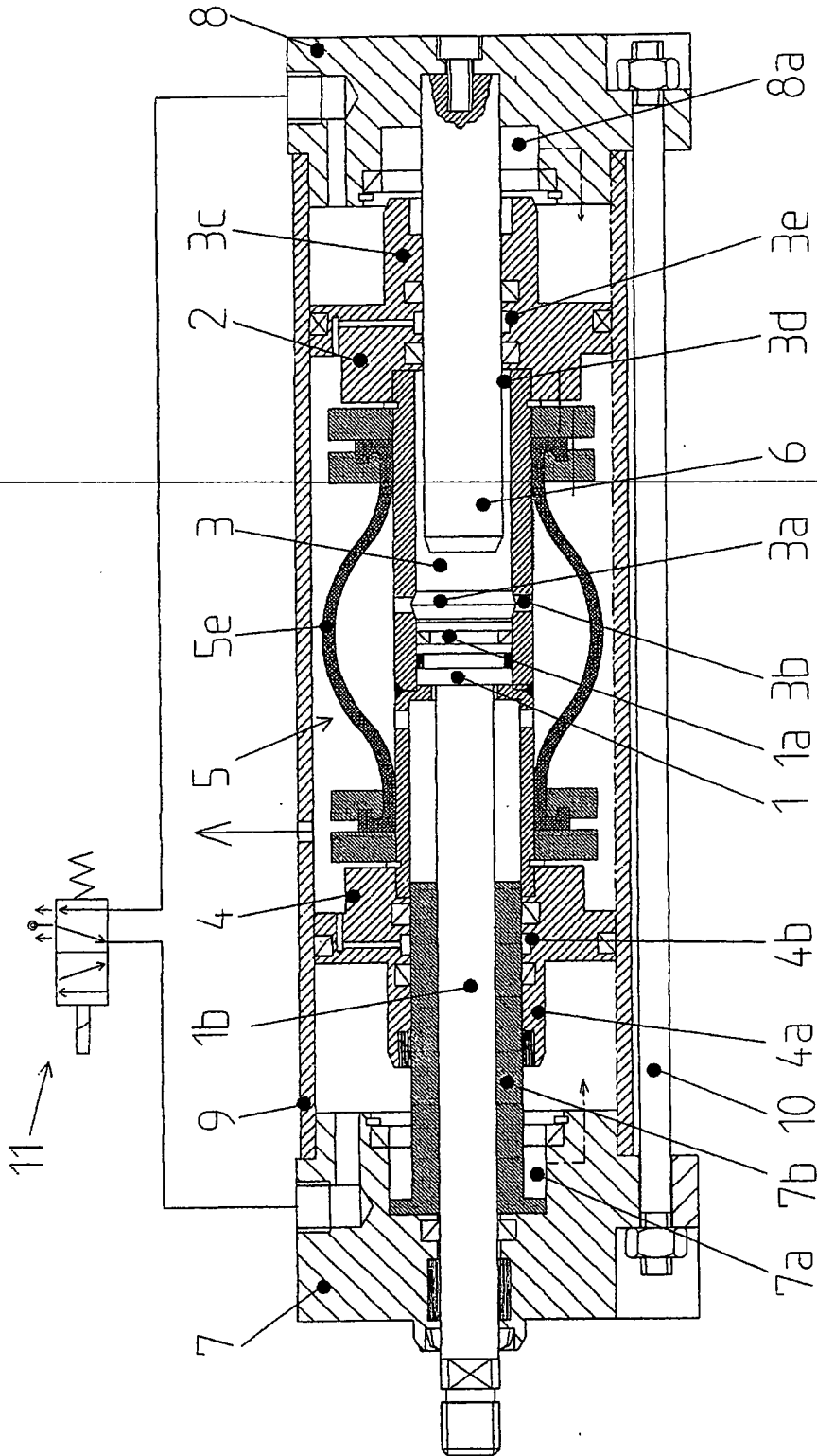
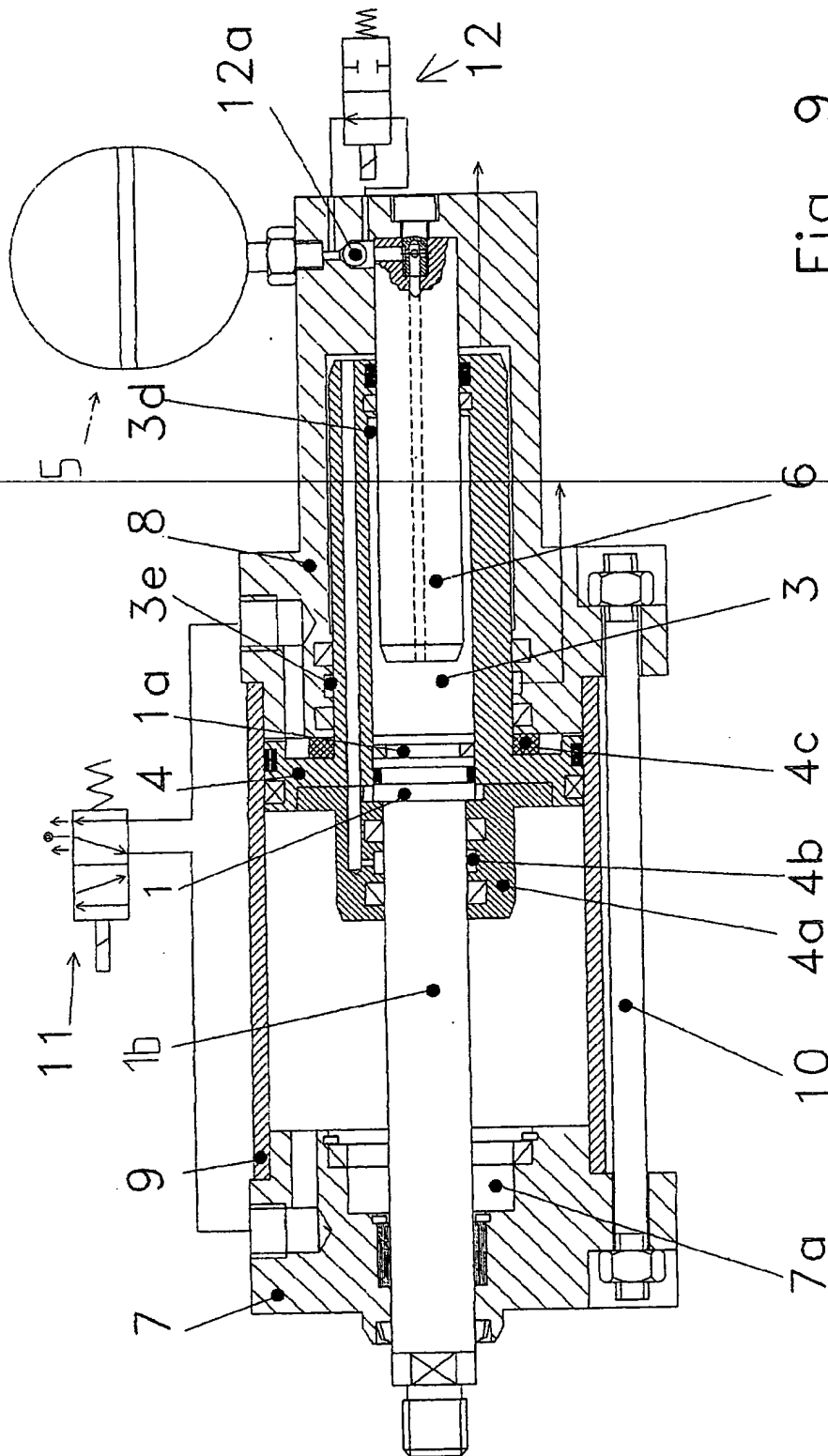


Fig. 8



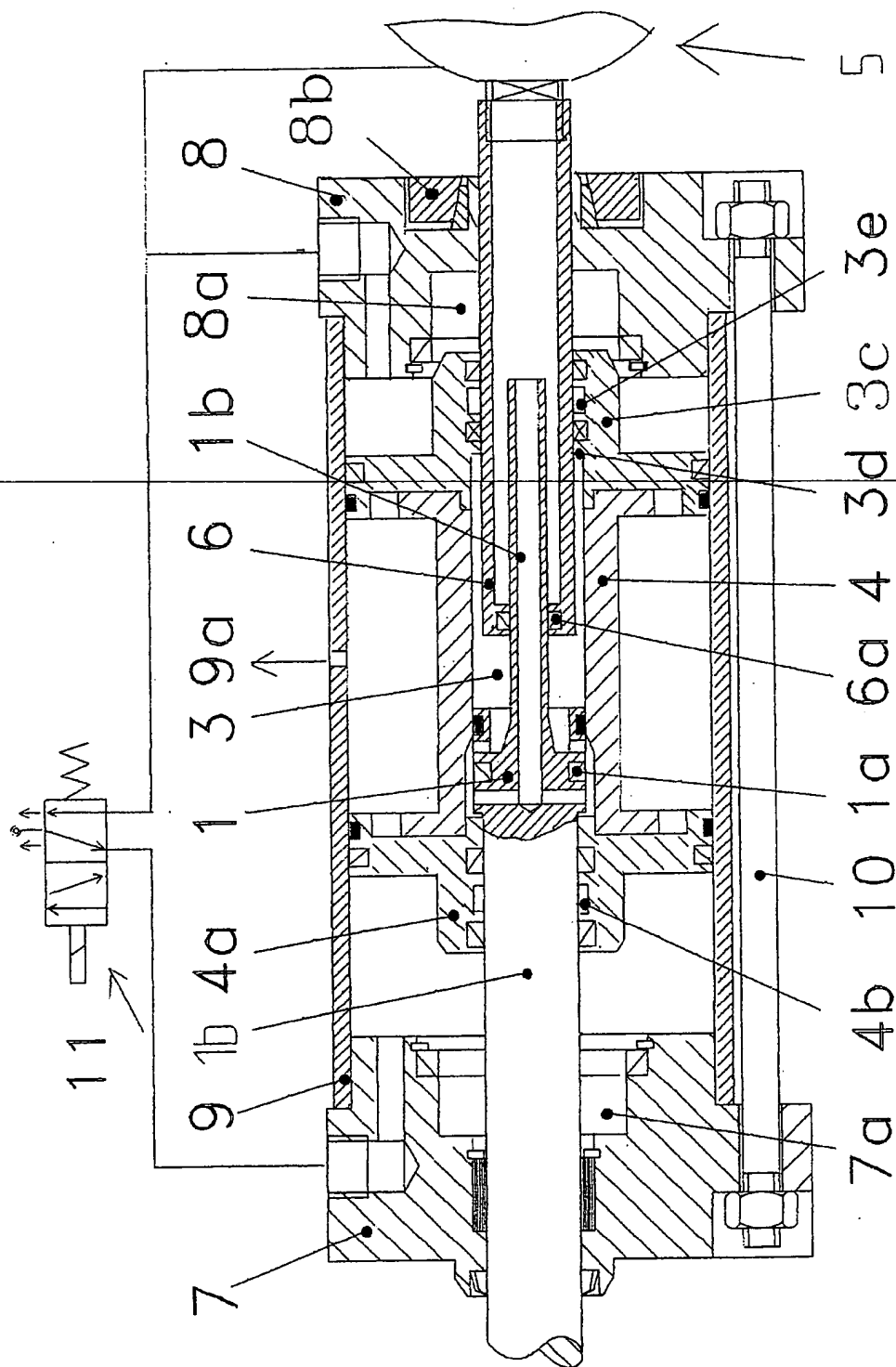


Fig. 10



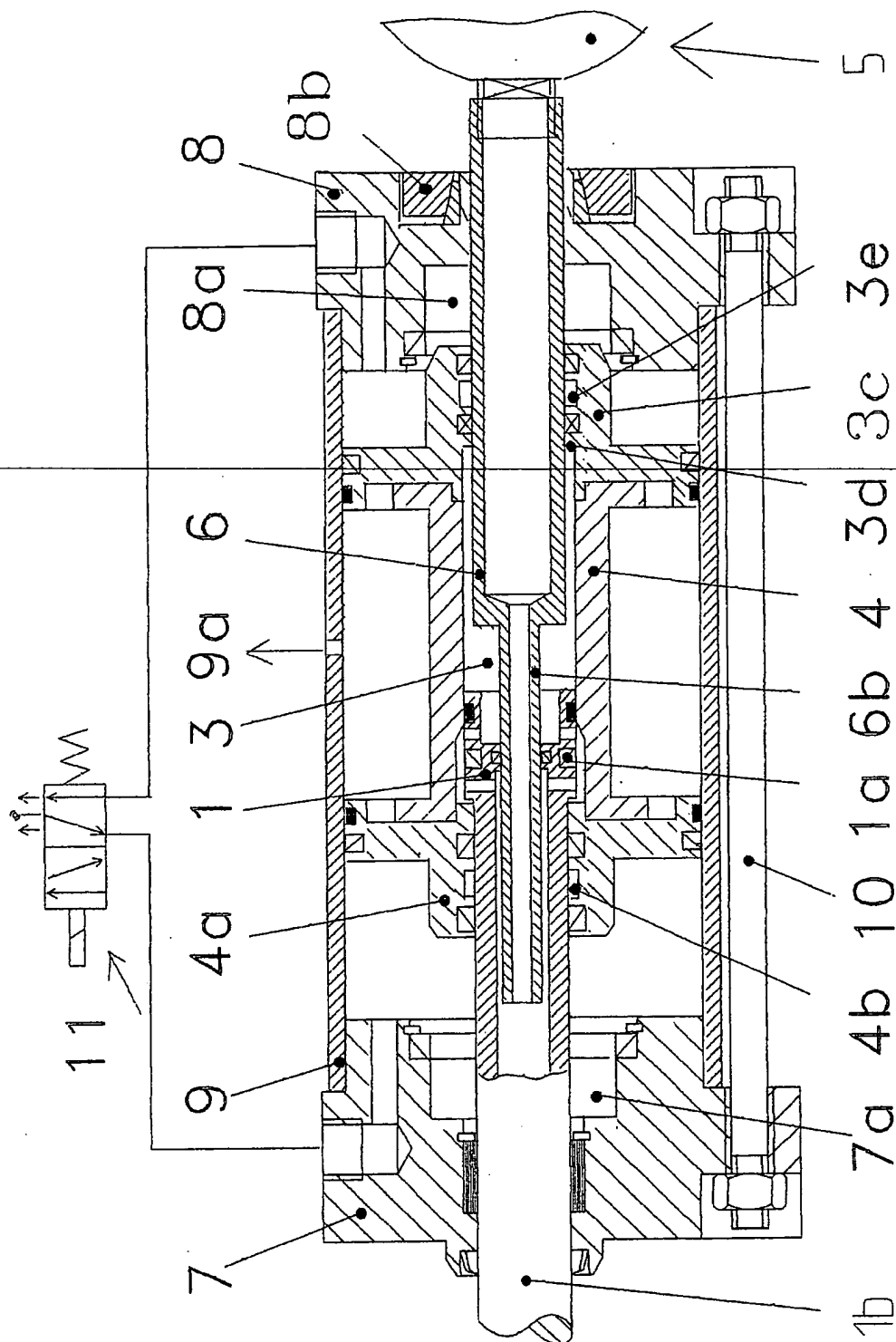


Fig 11

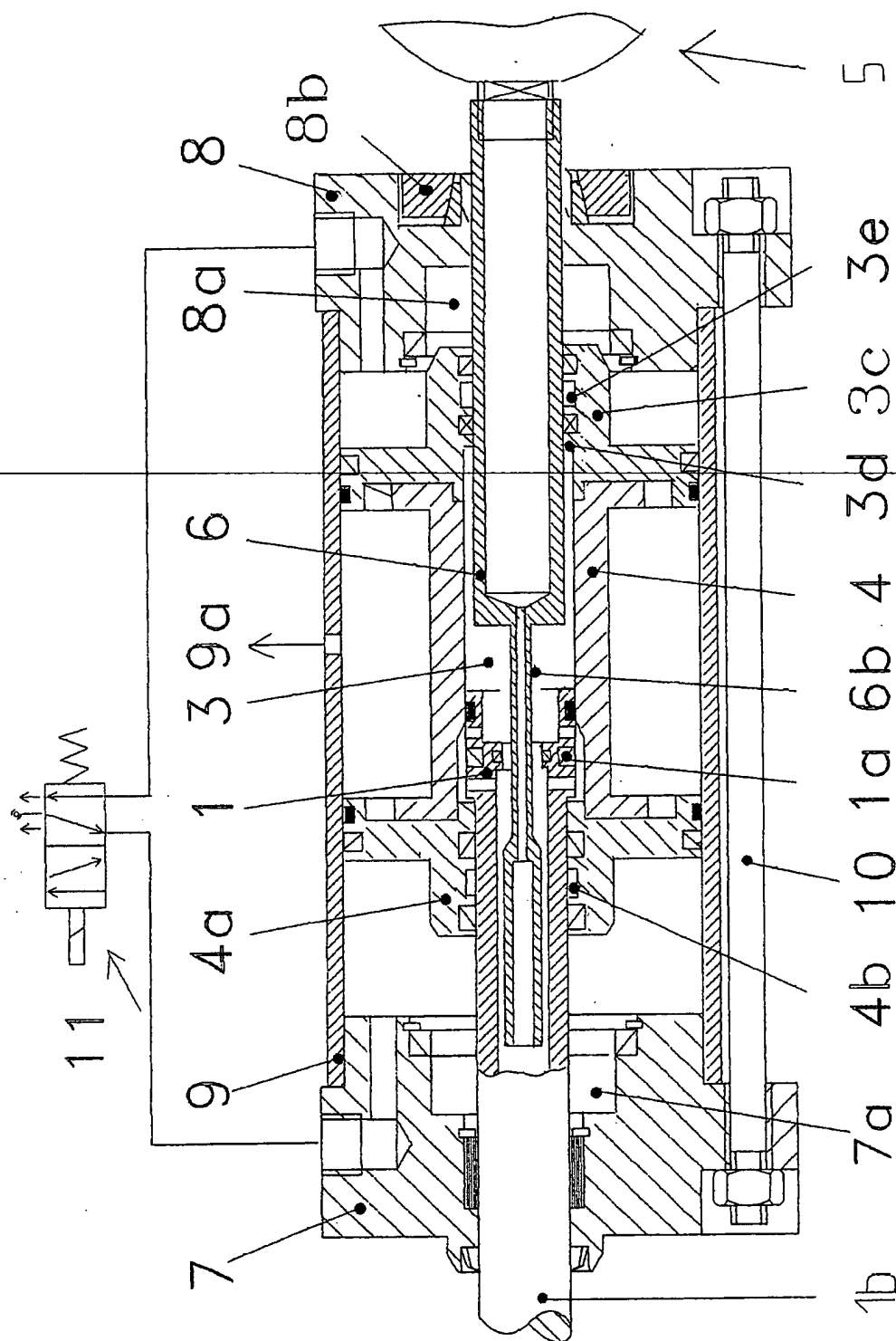


Fig. 12

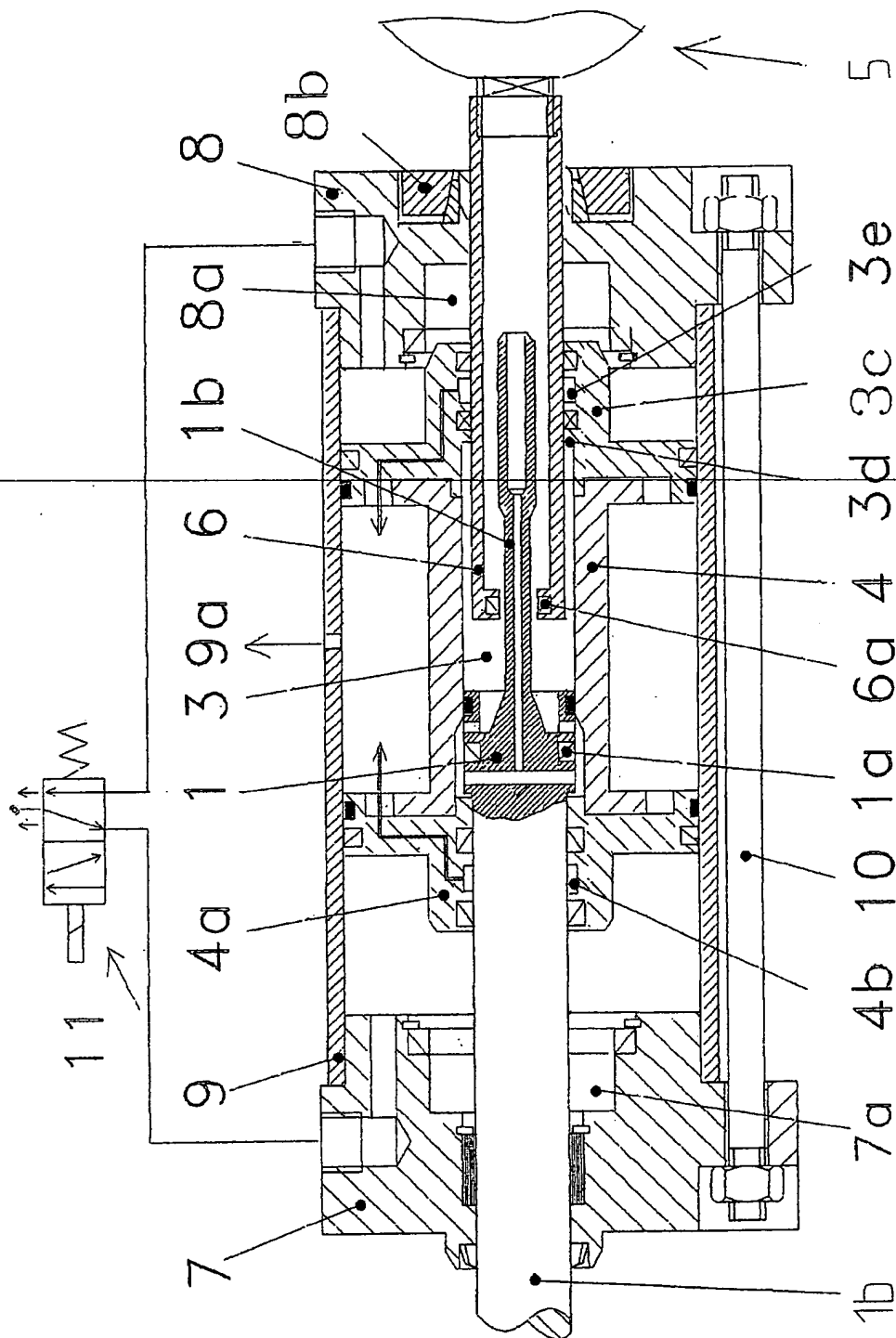


Fig. 13

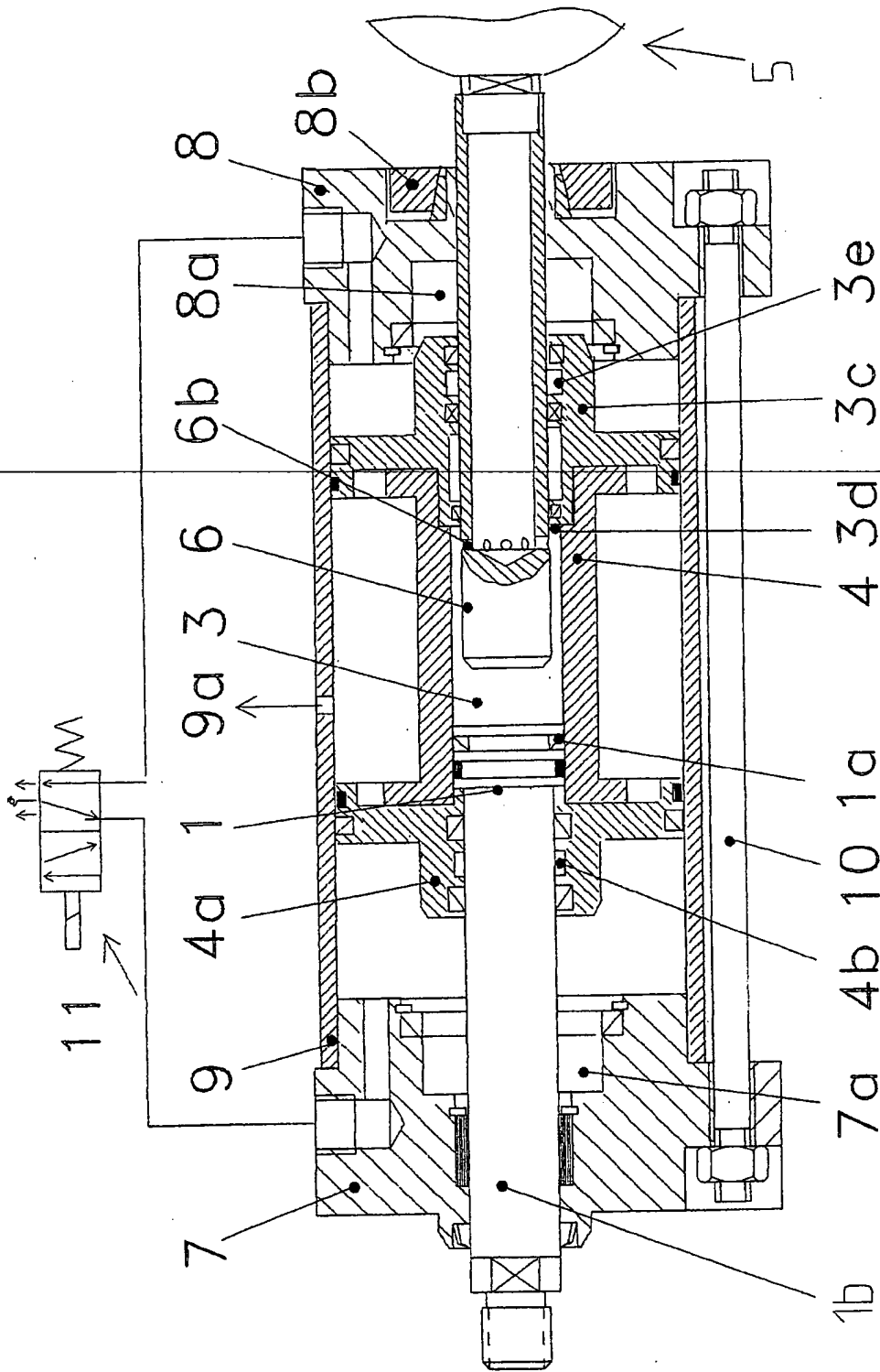


Fig. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**